

अवलोकन सूक्ष्मजीव संसार का : विद्यार्थियों के अनुभव

मीना खरतमल

सूक्ष्मजीवों के बारे में विद्यार्थियों के मन में अनेक पूर्व-धारणाएँ होती हैं। बारिश के दिनों में छोटे-बड़े गड्ढों में पानी भर जाता है। इनका अवलोकन करके विद्यार्थियों की इन धारणाओं को सामने लाने और विद्यार्थियों को उनके आसपास पाए जाने वाले विविध प्रकार के सूक्ष्मजीवों को सराहने का अवसर मिलता है। क्या शिक्षक इस प्रकार के अवलोकन का उपयोग विद्यार्थियों को विज्ञान की प्रक्रिया को समझने का प्रत्यक्ष अवसर देने और उनके वैज्ञानिक कौशलों का विकास करने में कर सकते हैं?

क्या आपने कभी बारिश के बाद दिखाई पड़ने वाले गड्ढों में भरे पानी का अवलोकन किया है? ऐसा हर एक अस्थाई बरसाती गड्ढा एक सूक्ष्म पारिस्थितिक तंत्र (micro-ecosystems) के समान कार्य करता है। इसमें कई विविध प्रकार के सूक्ष्म जीवधारी पनपते हैं जो स्थान और मौसम के अनुसार बदलते रहते हैं। प्राकृतिक जगत के इस प्रकार के अवलोकन न केवल विज्ञान के कामकाज को समझने के लिए, अपितु कक्षा में अध्ययन-अध्यापन के लिए भी महत्त्वपूर्ण होते हैं। वास्तव में, विज्ञान में रूचि की शुरुआत अपने निकट के परिसर के ऐसे अवलोकनों से होती है जो हमारी जिज्ञासा को आकर्षित करते हैं।

अपने स्कूल में और उसके आसपास स्थित इस प्रकार के सूक्ष्म पारिस्थितिक तंत्रों का अध्ययन करने के लिए विद्यार्थियों को प्रेरित करने के उद्देश्य से हमने एक अधिगम इकाई विकसित की जिसमें विद्यार्थियों के द्वारा स्वयं करने लायक़ सरल प्रयोग शामिल किए गए हैं। इस इकाई को हमने कुछ स्कूलों के शिक्षकों के साथ साझा किया (देखें **बॉक्स-1**)। यह लेख इनमें से एक शिक्षक द्वारा कक्षा 8 के 20 विद्यार्थियों के साथ प्राप्त अनुभवों के आधार पर विकसित किया गया है।

सूक्ष्मजीवों के बारे में विद्यार्थियों की पूर्व-धारणाएँ

सूक्ष्मजीवों, हमारे आसपास उनकी उपस्थिति और "जीवन" तथा "सुप्तावस्था" (dormancy) जैसी धारणाओं के बारे में विद्यार्थियों के पूर्व ज्ञान की पड़ताल करने के उद्देश्य से उनसे स्कूल के आसपास स्थित

बॉक्स-1 : पाठ्यक्रम से जुड़ाव के उदाहरण

एनसीईआरटी की कक्षा 8 की पाठ्यपुस्तक को देखने पर पता चला कि इस अधिगम इकाई में हम जिन उद्देश्यों, अवधारणाओं तथा गतिविधियों की पड़ताल करते हैं उनसे कम-से-कम दो अध्याय (2 तथा 8) सीधे तौर पर जुड़े हैं।

- **अध्याय 2** : 'सूक्ष्मजीव : मित्र एवं शत्रु' में दो गतिविधियाँ (2.1 और 2.2) हैं जिनका उद्देश्य सूक्ष्मदर्शी का उपयोग करते हुए मिट्टी के नमूनों तथा गड्ढों के पानी में सूक्ष्मजीवों के प्रत्यक्ष अवलोकन की कुशलता विकसित करना है। इस अधिगम इकाई का विकास इन्हीं गतिविधियों को आगे बढ़ाते हुए किया गया है ताकि माध्यमिक स्कूलों के विद्यार्थियों में अवलोकन करने, रिकॉर्ड करने, चित्र बनाने, वर्णन करने तथा मापन जैसे कौशल विकसित हो सकें जो विज्ञान सीखने के लिए ज़रूरी हैं।
- **अध्याय 8** : 'कोशिका संरचना एवं प्रकार्य' में सूक्ष्मदर्शी के उपयोग के बारे में एक विस्तृत खण्ड है। यह अधिगम इकाई सूक्ष्मजीवों का अवलोकन सूक्ष्मदर्शी की सहायता से करने का प्रत्यक्ष अवसर प्रदान करती है।

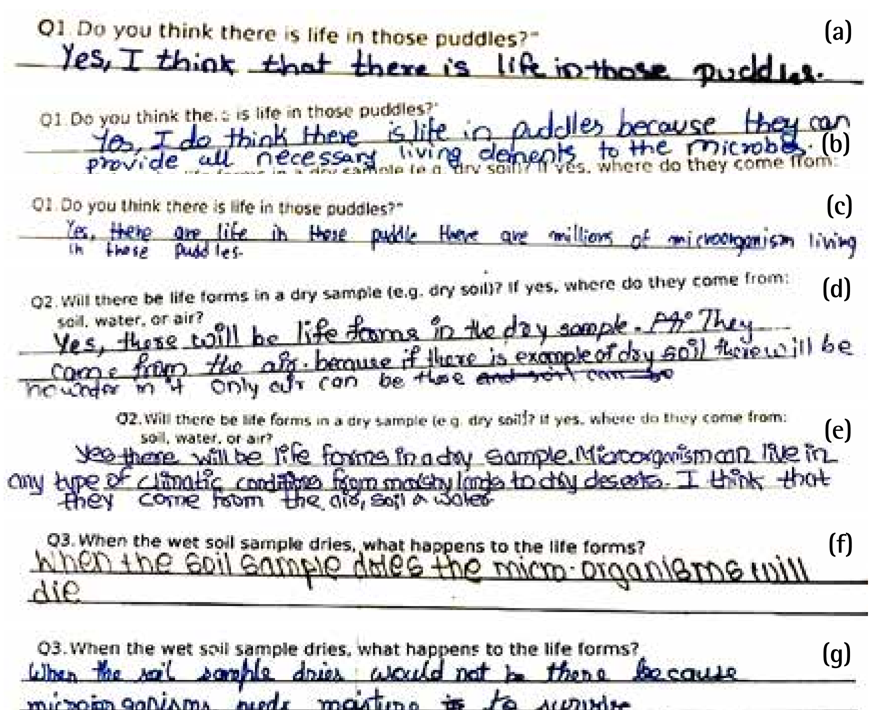
अधिक-से-अधिक पानी से भरे गड्ढों का अवलोकन करने के लिए कहा गया। सूक्ष्मजीवों के बारे में उनके विचारों में झाँकने के लिए विद्यार्थियों से निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर देने को कहा गया :

(क) सूक्ष्मजीवों का अस्तित्व

जब विद्यार्थियों से पूछा गया, ''क्या आप सोचते हैं कि पानी से भरे गड्ढों में जीवन है?'' तो उन्होंने 'हाँ' में उत्तर देकर दर्शा दिया कि उन्हें सूक्ष्म जीवन के बारे में भान था। कुछ विद्यार्थियों ने कारण भी बताए, ''...चूँकि ये गड्ढे सूक्ष्मजीवों को सभी आवश्यक जैविक तत्व प्रदान कर सकते हैं।'' रोचक बात यह थी कि कुछ विद्यार्थियों ने यह विश्वास व्यक्त किया कि 10 सेमी व्यास के छोटे-छोटे गड्ढों में भी लाखों सूक्ष्मजीव रह सकते हैं (देखें **चित्र-1a**, **1b** और **1c**)

(ख) सूक्ष्मजीवों के स्रोत

जब पूछा गया कि, ''क्या किसी सूखे नमूने (उदाहरण के लिए सूखी मिट्टी) में जीव होंगे? यदि हाँ, तो वे कहाँ से आते होंगे – मिट्टी से, पानी से या हवा से?'' तो अधिकांश विद्यार्थियों ने यह विश्वास व्यक्त किया कि सूखी मिट्टी में भी सूक्ष्मजीव हो सकते हैं। अनेक ने इसके समर्थन में कहा कि, ''यह ज्ञात है कि सूक्ष्मजीव दलदली भूमि से ले कर सूखे रेगिस्तान तक किसी भी प्रकार की जलवायु में जीवित रह सकते हैं।'' अधिकांश विद्यार्थियों का मत था कि हवा सूक्ष्मजीवों का प्राथमिक स्रोत है (देखें **चित्र-1d**)। उदाहरण के लिए, अनेक विद्यार्थियों ने ऐसे विश्वास व्यक्त किए जैसे, ''यदि मिट्टी सूखी है तो उसमें पानी नहीं होगा, उसमें केवल हवा ही हो सकती है जिसका तात्पर्य यह हुआ कि सूखी मिट्टी के नमूने में सूक्ष्मजीव हवा से ही आ सकते हैं।'' कई विद्यार्थियों ने कहा कि मिट्टी और पानी भी सूक्ष्मजीवों के स्रोत के रूप में कार्य कर सकते हैं। रोचक बात यह थी कि अनेक विद्यार्थी, जो यह मानते थे कि हवा सूक्ष्मजीवों का स्रोत है, वे यह नहीं मानते थे कि पानी भी एक स्रोत हो सकता है।



चित्र-1 : सूक्ष्मजीवों के बारे में विद्यार्थियों की समझ पर आधारित उनके उत्तर।

बॉक्स-2 : सूक्ष्मजीवों में सुप्तावस्था

सूक्ष्मजीवों में उच्चतर कार्यिकीय (physiological) सहनशीलता होती है और वे धीमी उपापचयात्मक गतिविधि की अवस्था में रह सकते हैं जो उत्क्रमणीय होती है। सुप्तावस्था नामक इस क्षमता से उन्हें विपरीत पर्यावरणीय परिस्थितियों का सामना करने में सहायता मिलती है। सुप्तावस्था न केवल सूक्ष्मजीवों को मृत्यु तथा सम्भावित विलोपन से बचाती है, बल्कि यह पारिस्थितिक तंत्र की स्थिरता तथा जैव विविधता में भी भूमिका निभाती है।

चित्र-1 में दिए गए प्रश्न-उत्तर

प्रश्न-1 : क्या आप सोचते हैं कि पानी से भरे उन गड्ढों में जीवन है?

उत्तर : हाँ, मेरे विचार से उन गड्ढों में जीवन है। **(a)**

हाँ, मेरे विचार से उन गड्ढों में जीवन है। वे सूक्ष्मजीवों को सभी आवश्यक जैविक तत्व प्रदान कर सकते हैं। **(b)**

हाँ, उन गड्ढों में जीवन है। उन गड्ढों में लाखों सूक्ष्मजीव रहते हैं। **(c)**

प्रश्न-2 : क्या सूखी मिट्टी जैसे किसी सूखे नमूने में जीवधारी हो सकते हैं? यदि हाँ, तो वे कहाँ से आते होंगे- मिट्टी से, पानी से या हवा से?

उत्तर : हाँ, सूखे नमूने में जीवधारी होंगे। वे हवा से आते हैं क्योंकि अगर मिट्टी का नमूना सूखा है तो उसमें पानी नहीं होगा, केवल हवा हो सकती है। **(d)**

हाँ, सूखे नमूने में जीवधारी होंगे। सूक्ष्मजीव नम भूमि से ले कर सूखे रेगिस्तान तक किसी भी प्रकार की जलवायु में रह सकते हैं। मुझे लगता है कि वे हवा, मिट्टी और पानी से आते हैं। **(e)**

प्रश्न-3 : गीली मिट्टी के नमूने के सूख जाने पर जीवधारियों का क्या होता है?

उत्तर : मिट्टी के नमूने के सूख जाने पर सूक्ष्मजीव मर जाएँगे। **(f)**

मिट्टी के नमूने के सूख जाने पर वे नहीं होंगे क्योंकि सूक्ष्मजीवों को जीने के लिए नमी की आवश्यकता होती है। **(g)**

(ग) जीवन/ सुप्तावस्था (Survival/ dormancy)

विद्यार्थियों से यह पूछा गया, ''जब पानी से भरा कोई गड्ढा सूख जाता है या गीली मिट्टी सूख जाती है तब उसमें रहने वाले जीवधारियों का क्या होता है?'' तब सूक्ष्मजीवों के जीने के लिए आवश्यक कारकों की समझ को लेकर उनमें विरोधाभास और भ्रम दिखाई दिए। कई विद्यार्थियों को विश्वास था कि सूक्ष्मजीवों के जीने के लिए पानी अनिवार्य है और उसकी अनुपस्थिति में वे मर जाएँगे (**चित्र1-f** और **1g**)। यह विचार इस प्रकार के उत्तरों में झलकता था, ''यदि पानी नहीं होगा तो सूक्ष्म जीव मर जाएँगे'' या ''जब मिट्टी का नमूना सूख जाएगा तब सूक्ष्म जीव मर जाएँगे।'' अन्य विद्यार्थियों की मान्यता थी कि पानी की अनुपस्थिति के प्रति विभिन्न प्रकार के सूक्ष्मजीवों की प्रतिक्रिया अलग-अलग प्रकार की होगी। उदाहरण के लिए, कुछ का मत था कि, ''मिट्टी के नमूने के सूख जाने पर उसमें सूक्ष्म जीवों की संख्या कम हो जाएगी।'' कुछ अन्य का विचार था कि, ''जब मिट्टी का नमूना सूख जाता है तब कुछ सूक्ष्मजीव बचे रह जाते हैं क्योंकि हमें पता है

बॉक्स-3 : विद्यार्थियों द्वारा सूक्ष्मदर्शी की सहायता से अवलोकन सुलभ बनाना

इस कार्य की शुरुआत शिक्षक इस प्रकार कर सकते हैं :

- सूक्ष्मदर्शी, उसके भागों और हर भाग के कार्य से विद्यार्थियों का परिचय करवाना। इसे स्लाइड्स के अवलोकन की गतिविधि के साथ जोड़ा जा सकता है।
- स्लाइड्स बनाने और सूक्ष्मदर्शी की सहायता से उनका अवलोकन करने में विद्यार्थियों की सहायता करना। इसके लिए आई पीस से देखना, ऑब्जेक्टिव को फ़ोकस करना, स्लाइड को उचित स्थिति में रखना, प्रकाश का समायोजन करना और कुल आवर्धन की गणना करना।

बॉक्स-4 : सूक्ष्मजीवों का अवलोकन कीजिए, उनके चित्र बनाइए और उनका रिकॉर्ड बनाइए

विद्यार्थियों के लिए मार्गदर्शन :

- नमूने की एक बूँद को स्लाइड पर रख कर स्लाइड बनाइए। इसके ऊपर आप कवर स्लिप रख सकते हैं।
- सूक्ष्मदर्शी की सहायता से स्लाइड का अध्ययन कीजिए। स्लाइड के सभी क्षेत्रों का अवलोकन करके आपको जितनी विभिन्न प्रकार की वस्तुएँ दिखाई देती हैं उनको रिकॉर्ड कीजिए।
- आवर्धन को बदल कर उन्हीं वस्तुओं को आवर्धित रूप में देखने का प्रयास कीजिए। दृश्य क्षेत्र में दिखाई पड़ने वाले जीवधारियों का सावधानीपूर्वक अवलोकन कीजिए और उनकी सापेक्ष साइज़ को नोट कीजिए।

विद्यार्थियों की वर्कशीट के लिए प्रश्न :

- सूक्ष्मदर्शी के दृश्य क्षेत्र में आपको क्या दिखाई दे रहा है? संख्या, साइज़, आकृति, रंग, गतिशीलता आदि के सन्दर्भ में इसका विवरण अपने स्वयं के शब्दों में दीजिए।
- क्या आप सोचते हैं कि आपको दिखाई दे रही वस्तुएँ सजीव हैं या निर्जीव ? आप ऐसा क्यों सोचते हैं?
- आपने जो अवलोकन किया है उसका चित्र सादे काग़ज़ पर या ग्राफ़ पेपर (यह शिक्षक द्वारा दिया जाएगा) पर बनाइए। शुरुआत करने के लिए पहले आप अपने दृश्य क्षेत्र का वृत्त बना सकते हैं और फिर इस वृत्त में लगभग उन सभी सूक्ष्मजीवों के चित्र उनकी स्थिति, साइज़, आकृति, रंग आदि के अनुसार बनाइए जिनका आप अवलोकन कर रहे हैं।
- सूक्ष्मदर्शी का आवर्धन बदल कर विभिन्न आवर्धनों पर उन्हीं सूक्ष्मजीवों के चित्र सादे या ग्राफ़ पेपर पर बनाइए। आप दृश्य क्षेत्र के वृत्त के भीतर चित्र बनाने की वही विधि अपना सकते हैं।
- दिखाई देने वाले जीवधारियों को पहचानने का प्रयास कीजिए। इसके लिए शिक्षक द्वारा दी गई मार्गदर्शिका का उपयोग उन जीवधरियों को पहचानने के लिए कीजिए जो आपके द्वारा स्लाइड पर किए गए अवलोकनों के सबसे अधिक निकट हों।
- उन जीवधारियों के नाम लिखिए जो कुंजी में दिए गए चित्रों के अधिक समान हों।

शिक्षकों के लिए सुझाव :

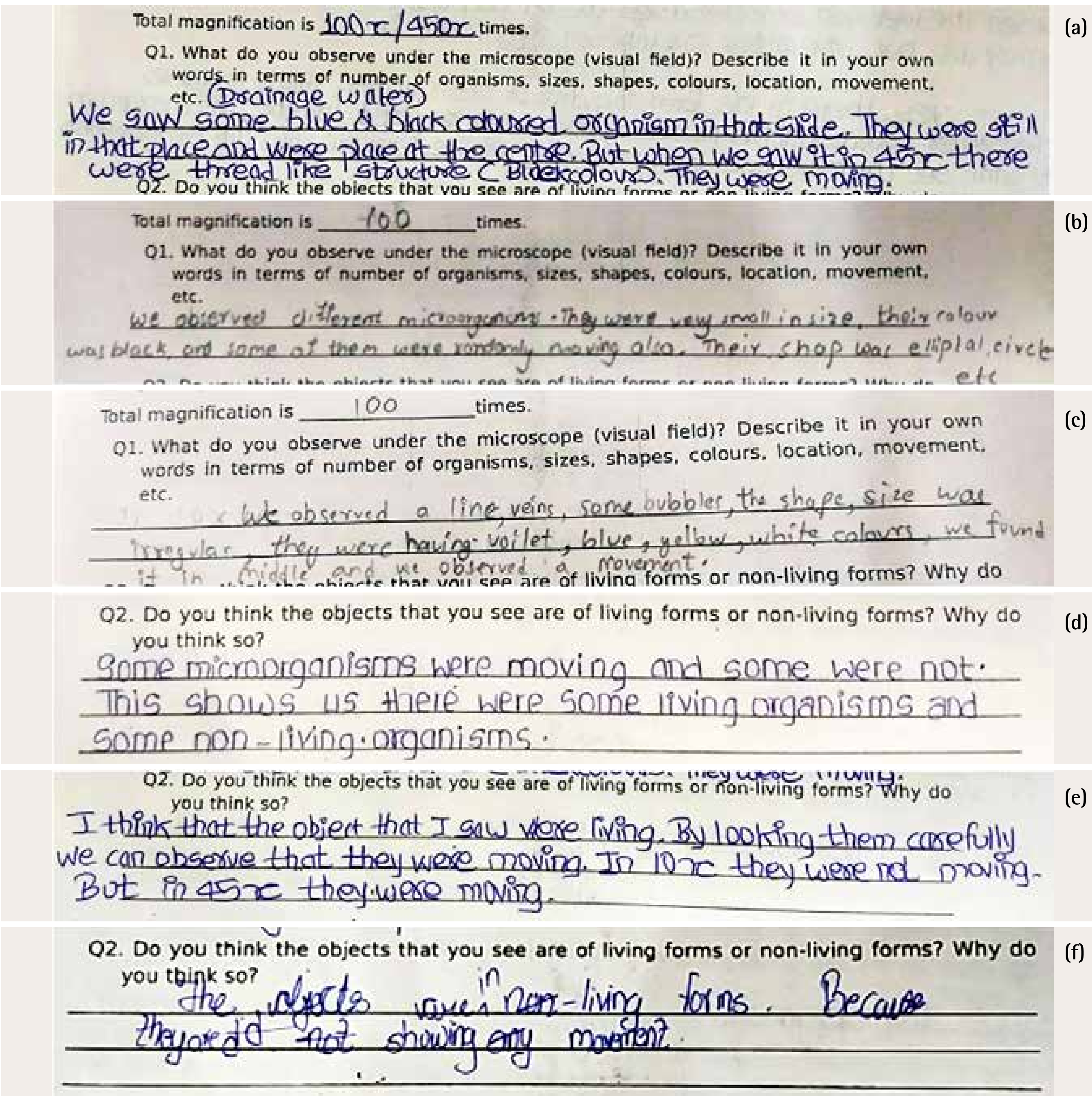
विद्यार्थियों द्वारा उनके अवलोकनों को रिकॉर्ड कर लिए जाने के बाद उन्हें एक-दूसरे की स्लाइड्स को देखने तथा उनके नोट्स और चित्रों की तुलना करने के लिए प्रोत्साहित किया जाना चाहिए। इसके बाद कक्षा में विद्यार्थियों के अवलोकनों पर चर्चा की जा सकती है। इसमें विभिन्न नमूनों में जीवधारियों की विविधता पर बल दिया जाना चाहिए।

कि सूक्ष्मजीव हर प्रकार की जलवायु में रह सकते हैं।'' इस प्रकार के उत्तर सुप्तावस्था के बारे में थोड़ी समझ को दर्शाते हैं (देखें **बॉक्स-2**)। एक विद्यार्थी ने यह विश्वास व्यक्त किया कि सूखी मिट्टी में सूक्ष्म जीवों का जीना इस पर निर्भर करेगा कि वे धूप की गर्मी से सूखने के प्रति कितने सहनशील हैं। ''जब गीली मिट्टी का नमूना सूख

बॉक्स-5 : अपने आसपास के नमूनों को खोजने और उन्हें एकत्रित करने के लिए विद्यार्थियों का मार्गदर्शन

अपने घर में या घर अथवा स्कूल के आसपास पानी से भरे गड्ढों को खोजिए और पानी का नमूना चम्मच से उठा कर एक पात्र में रखिए। किसी सूखे स्थान से चम्मच की सहायता से मिट्टी का नमूना उठा कर किसी अन्य पात्र में रखिए। इसमें पानी की कुछ बूँदें डाल कर उसे मिट्टी नीचे बैठ जाने तक रखा रहने दीजिए।

एक लेबल पर एकत्रित किए गए नमूनों पर अपना नाम, दिनाँक और एकत्रित करने का स्थान तथा समय लिखिए। साथ ही, यह भी लिखिए कि नमूना गीला है या सूखा।



(a)
Total magnification is 100x/450x times.
Q1. What do you observe under the microscope (visual field)? Describe it in your own words in terms of number of organisms, sizes, shapes, colours, location, movement, etc. (Drainage water)
We saw some blue & black coloured organism in that side. They were still in that place and were place at the centre. But when we saw it in 45x there were thread like structure (Black colour). They were moving.
Q2. Do you think the objects that you see are of living forms or ...

(b)
Total magnification is 100 times.
Q1. What do you observe under the microscope (visual field)? Describe it in your own words in terms of number of organisms, sizes, shapes, colours, location, movement, etc.
we observed different microorganisms. They were very small in size, their colour was black, and some of them were randomly moving also. Their shap was elliplal, circle etc

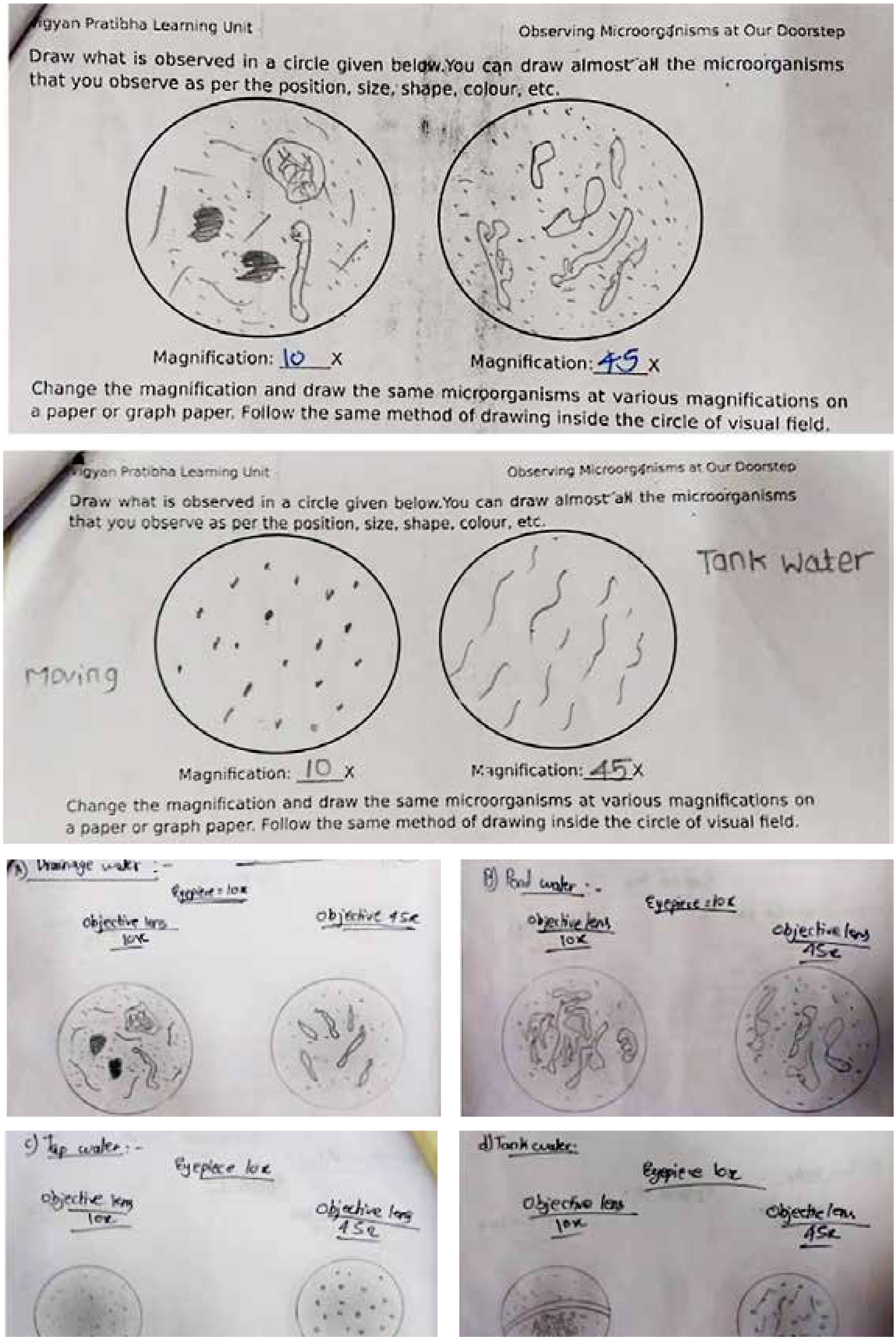
(c)
Total magnification is 100 times.
Q1. What do you observe under the microscope (visual field)? Describe it in your own words in terms of number of organisms, sizes, shapes, colours, location, movement, etc.
We observed a line, veins, some bubbles, the shape, size was irregular, they were having voilet, blue, yellow, white colours, we found it in middle and we observed a movement.
... objects that you see are of living forms or non-living forms? Why do

(d)
Q2. Do you think the objects that you see are of living forms or non-living forms? Why do you think so?
Some microorganisms were moving and some were not. This shows us there were some living organisms and some non-living organisms.

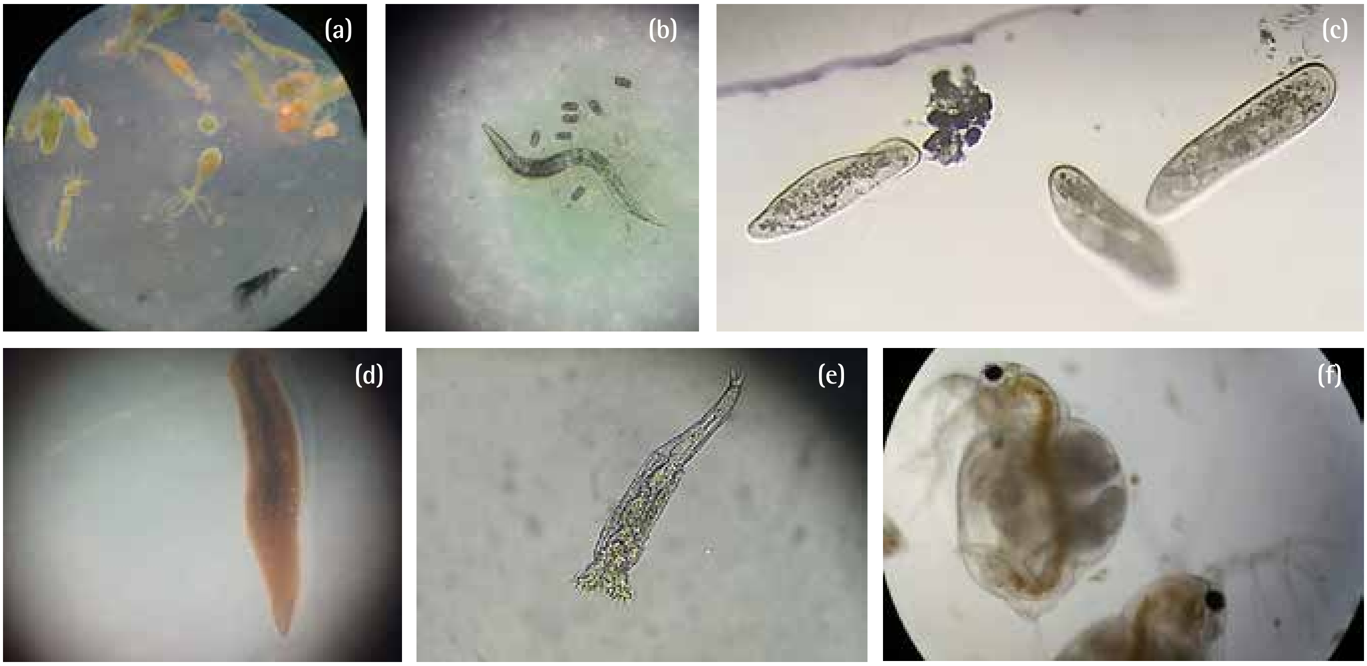
(e)
Q2. Do you think the objects that you see are of living forms or non-living forms? Why do you think so?
I think that the object that I saw were living. By looking them carefully we can observe that they were moving. In 10x they were not moving. But in 45x they were moving.

(f)
Q2. Do you think the objects that you see are of living forms or non-living forms? Why do you think so?
the objects were in non-living forms. Because they are did not showing any movement.

चित्र-2 : मिट्टी के नमूने में सूक्ष्मदर्शी से देखे जाने वाले सूक्ष्मजीवों का विद्यार्थियों द्वारा दिया गया विवरण।



चित्र-3 : विद्यार्थियों द्वारा बनाए गए चित्र । गटर, पोखर, नल और टंकी से एकत्रित नमूनों में सूक्ष्मजीवों की विविधता दर्शाते हैं। दो आवर्धनों में से बनाए गए सूक्ष्मजीवों के चित्र एक-दूसरे से बिल्कुल भिन्न हैं।



चित्र- 4 : देखे गए कुछ जीवधारी : (a) हाइड्रा (b) नेमेटोड (c) पैरामिशियम (d) प्लेनेरिया (e) रोटिफ़र (f) जल पिस्सू ।

जाता है तब बैक्टीरिया जैसे जीवधारी वहाँ जीवित रह सकते हैं, किन्तु कुछ सूक्ष्मजीव उस तापक्रम का सामना नहीं कर सकते।'' एक अन्य विद्यार्थी ने यह आश्चर्यजनक विश्वास व्यक्त किया कि, ''जब मिट्टी का नमूना सूख जाता है तब जिन जीवधारियों को पानी की आवश्यकता होती है वे मर सकते हैं किन्तु अन्य जीवधारी उसमें जीवित रह सकते हैं।'' ऐसा प्रतीत होता है कि यह विद्यार्थी मानता था कि कुछ जीवधारियों को जीने के लिए पानी की आवश्यकता नहीं होती।

ऐसा प्रतीत हुआ कि अनेक विद्यार्थी पानी की उपस्थिति या अनुपस्थिति को ही सूक्ष्मजीवों के जीने के लिए एकमात्र अनिवार्य कारक मानते थे। इस कक्षा के विद्यार्थी यद्यपि सरिसृपों तथा स्तनधारियों की शीतनिद्रा (hibernation) से प्रायः परिचित होते हैं, उनमें अभी यह समझ विकसित नहीं हुई है कि सूक्ष्मजीव सुप्तावस्था की स्थिति में भी जीवित हो सकते हैं। यह इसलिए हो सकता है कि विज्ञान की पाठ्यपुस्तकों में अवधारणा के स्तर पर सूक्ष्मजीवों की सुप्तावस्था का उल्लेख नहीं किया जाता। यदि किया भी जाता है तो विद्यार्थियों के लिए इस अवधारणा को सूक्ष्मजीवों से जोड़ने में कठिनाई होती होगी। इस सरल अभ्यास से विद्यार्थियों को सूक्ष्मजीवों की सुप्तावस्था को समझने और उसे बड़े जन्तुओं की शीतनिद्रा तथा ग्रीष्मनिद्रा (aestivation) से जोड़ने में मदद मिलेगी। इससे उन्हें पर्यावरण, पारिस्थितिक तंत्र, विविधता, उत्तरजीविता तथा जैवविकास (evolution) जैसी अवधारणाओं और सूक्ष्मजीवों

बॉक्स-6 : सूक्ष्मजीवों की साइज़ का मापन तथा अनुमान लगाना

विद्यार्थियों के लिए मार्गदर्शन :

एक पारदर्शी स्केल (मिमी में विभाजित) को सूक्ष्मदर्शी के ऑब्जेक्टिव लेंस (10x) के नीचे रखिए और आई पीस में से अवलोकन कीजिए। हम दृश्य क्षेत्र में स्केल के दो विभाजन देख सकते हैं। चूँकि दो विभाजनों के बीच की दूरी 1 मिमी है, हम यह जान गए हैं कि दृश्य क्षेत्र का व्यास 1 मिमी (या 1000 माइक्रॉन्स) है। हम इस नाप का उपयोग सूक्ष्मदर्शी में दिखाई देने वाले सूक्ष्म जीवों के आपेक्षिक साइज़ का अनुमान लगाने के लिए कर सकते हैं।

विद्यार्थियों की वर्कशीट के लिए प्रश्न :

दृश्य क्षेत्र.....मिमी = ...माइक्रॉन्स

देखे गए सूक्ष्म जीवों की साइज़ = ...माइक्रॉन्स

दृश्य क्षेत्र = ... मिमी = ...माइक्रॉन्स

देखे गए सूक्ष्म जीवों की साइज़ = ...माइक्रॉन्स

शिक्षकों के लिए सुझाव :

शिक्षकों को इस अध्ययन के लिए सूक्ष्मदर्शी का अंश-शोधन (कैलिब्रेट) करना पड़ सकता है और विद्यार्थियों का परिचय 1 मिमी = 1000 माइक्रॉन्स के सरल रूपान्तरण से करवाना पड़ सकता है। उन्हें इस विधि से साइज़ का अनुमान लगाने में विद्यार्थियों का मार्गदर्शन भी करना पड़ सकता है।

के बीच कड़ी जोड़ने में भी सहायता मिलेगी।

(घ) हमारे आसपास सूक्ष्मजीव

जब पूछा गया कि, ''क्या स्वच्छ पानी की बूँद में जीवधारी होंगे? आप ऐसा क्यों सोचते हैं?'' तब अनेक विद्यार्थियों ने कहा कि यह सम्भव है क्योंकि, ''स्वच्छ पानी सूक्ष्मजीवों के लिए आवश्यक सभी तत्व उपलब्ध कराता है।'' कुछ विद्यार्थियों ने सुझाव दिया सूक्ष्मजीवों की संख्या में पानी में तेज़ी से वृद्धि होती है और इसलिए उनकी संख्या काफी अधिक होगी। कुछ अन्य ने विश्वास व्यक्त किया कि स्वच्छ पानी में सूक्ष्मजीव या बैक्टीरिया हमारे लिए लाभदायक होंगे। कुछ विद्यार्थी थोड़े कम आश्वस्त थे और सोच रहे थे कि इसकी पुष्टि कैसे की जा सकती है। यह इस प्रकार के उत्तरों से स्पष्ट था कि, ''सूक्ष्मजीवों को बिना उपकरण के नहीं देखा जा सकता, फिर हम यह कैसे देख सकते हैं कि पानी की बूँद में जीवधारी हैं या नहीं।'' या ''मुझे ऐसा नहीं लगता क्योंकि पानी को शुद्ध करके स्वच्छ कर दिया गया है तो यह स्पष्ट है कि सूक्ष्मजीव भी हट गए होंगे किन्तु यह हो सकता है कि कुछ सूक्ष्मजीव पानी की उस बूँद में जीवित रह गए होंगे क्योंकि हम उन्हें देख नहीं सकते हैं।''

सूक्ष्मदर्शी द्वारा सूक्ष्मजीवों के अवलोकन को प्रोत्साहित करना

विद्यार्थियों से कहा गया कि वे विचारों को परखने के लिए मिट्टी और पानी के नमूनों का सूक्ष्मदर्शी से अवलोकन करें और नोट्स तथा चित्रों की मदद से अपने द्वारा देखे गए जीवधारियों का विवरण रिकॉर्ड करें (देखें **बॉक्स-3**)।

विद्यार्थियों ने नमूनों का अवलोकन सूक्ष्मदर्शी के दो आवर्धनों (10X तथा 45X) से किया और उनका विवरण दिया (देखें **बॉक्स-4**)। अवलोकनों के इन व्यवस्थित रिकॉर्ड्स में दृश्य क्षेत्र (visual field) में दिखाई देने वाले सूक्ष्मजीवों के रंग, आकृति, साइज़ का विवरण दिया गया है। उदाहरण के लिए, सूक्ष्मजीवों के रंग नीला, काला, जामुनी तथा बैंगनी बताए गए। इसी प्रकार, आकृतियों को अनियमित, धागे के समान, अण्डाकार और वृत्ताकार कहा गया (देखें **चित्र- 2a, 2b** तथा **2c**)।

जब यह प्रश्न पूछा गया कि, "आप इस बारे में क्या सोचते हैं कि सूक्ष्मदर्शी से दिखाई देने वाली वस्तुएँ सजीव हैं या निर्जीव ? आप कैसे कह सकते हैं?", सभी विद्यार्थियों ने यह विश्वास व्यक्त किया कि गतिशील सूक्ष्म वस्तुएँ सजीव हैं और जो गतिहीन हैं वे निर्जीव हैं (देखें **चित्र- 2d, 2e** तथा **2f**)। विद्यार्थियों को उनके स्कूल तथा घर के आसपास के विभिन्न स्थानों से मिट्टी और पानी के नमूने प्राप्त करने के लिए भी प्रोत्साहित किया गया (जैसे गटर का पानी, नल का पानी, टंकी का पानी और पोखर का पानी) (देखें **बॉक्स-5**)। इस गतिविधि से विद्यार्थियों को उनके आसपास पाए जाने वाले सूक्ष्मजीवों की विविधता को समझने का अवसर मिला। उनके द्वारा एकत्रित किए गए नमूनों और सूक्ष्मदर्शी से किए गए उनके अवलोकनों के बीच सम्बन्ध देख सकने के कारण यह अध्ययन और भी अधिक रोमांचक हो गया।

विद्यार्थियों से कहा गया कि वे नमूनों के अवलोकनों को रिकॉर्ड करने के लिए चित्रों का उपयोग करें (देखें **चित्र-3**)। किसी पाठ्यपुस्तक से चित्र की नक़ल करने की बजाय विद्यार्थी सूक्ष्मदर्शी से जो देखते हैं उन्हें उसके चित्र बनाने के लिए प्रोत्साहित करने से उनकी अवलोकन क्षमता सुदृढ़ होती है। कुछ विद्यार्थी अपने चित्रों में गति भी दर्शा सके। अन्त में, विद्यार्थियों से कहा गया कि वे उनकी पाठ्यपुस्तक तथा हमारे द्वारा उपलब्ध कराई गई मैदानी कुंजी (Field Guide) से मिलान करके सूक्ष्मजीवों को पहचानने का प्रयास करें। वे पैरामिशियम, रोटिफ़र, नेमाटोड तथा स्पाइरोगाइरा जैसे सूक्ष्मजीवों को अपेक्षाकृत आसानी से पहचान सके। यह एक रोचक बात है कि ये सूक्ष्मजीव उनकी

चित्र-2 में दिए गए प्रश्न-उत्तर

कुल आवर्धन 100X/450X गुना है।

प्रश्न-1 : आप सूक्ष्मदर्शी में जो देख रहे हैं (दृश्य क्षेत्र) उसका जीवधारियों की संख्या, साइज़, आकृति, रंग, स्लाइड पर स्थिति, गतिशीलता आदि के सन्दर्भ अपने शब्दों में वर्णन कीजिए। (गटर का पानी)

उत्तर : हमने नीले और काले रंग के जीवधारियों को स्लाइड में देखा। वे बीचों-बीच थे और अभी भी उसी स्थान पर थे। किन्तु जब हमने उसे 45X में देखा तब हमें काले रंग की धागे के समान रचनाएँ दिखाई दीं। वे गति कर रही थीं।**(a)**

हमने विभिन्न जीवधारियों को देखा। वे साइज़ में बहुत छोटे थे। उनका रंग काला था और उनमें से कुछ बेतरतीब ढंग से गति कर रहे थे। उनकी आकृति अण्डाकार,वृत्ताकार आदि थी।**(b)**

हमने एक रेखा, शिराएँ, कुछ बुलबुले देखे।उनकी आकृति, साइज़ अनियमित थे, उनके रंग जामुनी, नीले, पीले, सफ़ेद थे। हमने उन्हें बीच में पाया और हमने उनमें गति देखी।**(c)**

प्रश्न-2 : आप जिन वस्तुओं को देख रहे हैं वे सजीव हैं या निर्जीव? आप ऐसा क्यों सोचते हैं?

उत्तर : कुछ सूक्ष्मजीव गति कर रहे थे और कुछ गति नहीं कर रहे थे। यह दर्शाता है कि कुछ सजीव थे और कुछ निर्जीव थे।**(d)**

मुझे लगता है कि मैंने जिन वस्तुओं को देखा वे जीवित थीं। ध्यान से देखने पर हम अवलोकन कर सकते हैं कि वे गति कर रही थीं। 10X में वे गति नहीं कर रही थीं किन्तु 45X में वे गति कर रही थीं।**(e)**

ये वस्तुएँ निर्जीव स्वरूप में हैं क्योंकि वे गति नहीं दर्शा रही हैं।**(f)**

पाठ्यपुस्तकों में आम उदाहरण हैं।

इन सूक्ष्मजीवों का आकार कितना सूक्ष्म है यह जानने के लिए उन्हें सूक्ष्मदर्शी के दृश्य क्षेत्र में उनके द्वारा देखे गए कुछ जीवधारियों की साइज़ या लम्बाई नापने को कहा गया। अनेक वैज्ञानिक प्रयोगशालाओं में माइक्रोस्कोप में दिखाई देने वाली वस्तुओं के साइज़ या लम्बाई नापने के लिए माइक्रोमीटर स्लाइड का उपयोग किया जाता है। स्कूलों की जिन प्रयोगशालाओं में माइक्रोमीटर स्लाइड नहीं होती वहाँ हमने पारदर्शी स्केल का उपयोग करते हुए साइज़ नापने की एक सरल विधि बताई (देखें **बॉक्स-6**)। चूँकि विद्यार्थी साइज़ नापने के लिए मीटर, सेंटीमीटर और मिलीमीटर समझते हैं, हमने उन्हें इन इकाइयों के रूपान्तरणों का उपयोग सूक्ष्म जीवों के साइज़ का अनुमान लगाने के लिए प्रोत्साहित किया।

विद्यार्थियों की मापन सम्बन्धी वर्क शीट्स से लगता है कि उन्हें अनुमान लगाने का कार्य समझना और करना कठिन लगा। इकाइयों का रूपान्तरण, जैसे मिलीमीटर का माइक्रॉन्स में, एक प्रमुख चुनौती थी। हर एक वस्तु की साइज़ की गणना करने के लिए पूरे दृश्य क्षेत्र की साइज़ को सभी वस्तुओं की संख्या से भाग देने की प्रवृत्ति विद्यार्थियों में देखी गई। चूँकि दृश्य क्षेत्र में वस्तुएँ एक-दूसरे से समान दूरी पर स्थित नहीं थीं, अतः इस विधि से हर सूक्ष्मजीव की साइज़ की बजाय दृश्य क्षेत्र की साइज़ का अनुमान ही लगाया जा सकता था। सम्भवतः विद्यार्थियों को यह गणना, मापन की इकाइयाँ तथा रूपान्तरण की विधि आदि समझाने के लिए अधिक ध्यान तथा समय देना होगा।

चलते-चलते

सूक्ष्म जीवों की उपस्थिति, स्रोत और सुप्तावस्था के बारे में विद्यार्थियों की पूर्व-धारणाओं की जानकारी प्राप्त करना इस शैक्षिक अधिगम इकाई (pedagogical learning unit) का उद्देश्य है। इससे विद्यार्थियों को पाठ्यक्रम की सूक्ष्मजीवों से सम्बन्धित अवधारणाओं को उनके स्वयं के आसपास पाए जाने वाले सूक्ष्मजीवों से जोड़ने में सहायता मिलेगी।

यह उन्हें अवलोकन करने, परिकल्पना बनाने, चित्र बनाने तथा नापने जैसे वैज्ञानिक कौशलों का विकास करने का अवसर भी प्रदान करती है। कक्षा में उठने वाले सभी प्रश्नों के सही उत्तरों के लिए विद्यार्थी प्रायः शिक्षक पर निर्भर होते हैं। ऐसा होने पर अधिकांश विद्यार्थी या तो शिक्षक के उत्तर की नक़ल कर लेते हैं या स्वयं के उत्तर के स्थान पर उसे लिख लेते हैं। इस इकाई के अभ्यासों का निर्माण इस प्रकार किया गया है कि विद्यार्थियों को सोचने, तर्क करने तथा अपने अवलोकनों की स्वयं के शब्दों में व्याख्या करने में सहायता मिल सके। अतः हम शिक्षकों से अनुरोध करते हैं कि वे विद्यार्थियों को संकेत या उत्तर देने से बचें।

यहाँ चित्र बनाने की गतिविधि के महत्त्व पर ज़ोर देना आवश्यक है। जब विद्यार्थियों से अपने अवलोकनों को शब्दों में अभिव्यक्त करने को कहा जाता है तब वे प्रायः ऐसे विवरण देते हैं जो शिक्षकों के इनपुट्स पर आधारित होते हैं। इसके विपरीत, विद्यार्थियों द्वारा बनाए गए चित्रों से पता चलता है कि वे क्या सोचते हैं कि उन्होंने वास्तव में क्या देखा। चित्र बनाने से न केवल विद्यार्थियों को उनकी अवलोकन क्षमता विकसित करने में मदद मिलती है बल्कि इससे उन्हें अपने द्वारा किए गए अवलोकनों को रिकॉर्ड करने की आदत को प्रोत्साहन मिलता है।

विद्यार्थियों द्वारा विभिन्न सूक्ष्म पारिस्थितिक तंत्रों से एवं विभिन्न ऋतुओं में किए गए सूक्ष्मजीवों के रिकॉर्ड तथा संग्रहों का उपयोग स्कूल स्तर के जैव विविधता के मानचित्रण की परियोजना विकसित करने के लिए किया जा सकता है। हम शिक्षकों से अनुरोध करते हैं कि वे इस इकाई का परीक्षण अपनी कक्षा में करें और अपने अनुभवों को हमारे साथ साझा करें।

मुख्य बिन्दु



- यह अधिगम इकाई सूक्ष्मजीवों की उपस्थिति, स्रोत, तथा सुप्तावस्था के बारे में विद्यार्थियों की पूर्व-धारणाओं की पहचान करने तथा उन पर कक्षा में चर्चा करने का अवसर प्रदान करती है।
- इससे विद्यार्थियों को विज्ञान के पाठ्यक्रम में सूक्ष्मजीवों से सम्बन्धित अवधारणाओं को उनके स्वयं के आसपास पाए जाने वाले विविध सूक्ष्मजीवों से जोड़ने में सहायता मिलती है।
- यह विद्यार्थियों को अवलोकन करने, परिकल्पना बनाने, चित्र बनाने और मापन जैसे वैज्ञानिक कौशलों का विकास करने का अवसर भी प्रदान करती है।

आभार : परमाणु ऊर्जा विभाग, भारत सरकार के प्रोजेक्ट आइडेन्टिफिकेशन नम्बर RTI4001 के अन्तर्गत प्राप्त समर्थन के लिए लेखिका आभारी है। नागार्जुन जी, एम.सी.अरूणन, अंकुश गुप्ता को इस अधिगम इकाई का विकास करने के लिए तथा मयूरी तावड़े और सुषमा राऊल को भी कक्षा में अवलोकनों का संचालन करने के लिए धन्यवाद। इसी प्रकार, इस अधिगम इकाई का उपयोग करने के लिए अणुशक्ति केन्द्रीय विद्यालय, मुम्बई के विद्यार्थियों तथा शिक्षकों के प्रति धन्यवाद प्रकट करने में मुझे प्रसन्नता हो रही है।

टिप्पणियाँ :

1. इस लेख में दी गई गतिविधियों का विकास CUBE (Collaboratively Understanding Biology Education) प्रयोगशाला के भाग के रूप में किया गया। इस कार्यक्रम का उद्देश्य विद्यार्थियों को परियोजना आधारित विज्ञान प्रयोगों से जोड़ना है। CUBE कार्यक्रम के बारे में अधिक जानकारी https://www.gnowledge.org/projects/cube.html और https://metastudio.org पर प्राप्त की जा सकती है।
2. गतिविधियों पर आधारित इस अधिगम इकाई का विकास विज्ञान प्रतिभा परियोजना के एक भाग के रूप में किया गया। इस परियोजना का उद्देश्य स्कूली पाठ्यक्रम से सम्बन्धित अधिगम इकाइयों के माध्यम से वैज्ञानिक कौशलों का विकास करना है। वर्तमान में इन अधिगम इकाइयों का क्रियान्वयन केन्द्रीय विद्यालयों, जवाहर नवोदय विद्यालय तथा परमाणु ऊर्जा केन्द्रीय विद्यालयों के शिक्षकों के द्वारा किया जा रहा है। यह पूरी अधिगम इकाई विद्यार्थियों की वर्कशीट तथा शिक्षक मार्गदर्शिका के साथ https://vigyanpratibha.in/index.php/microorganismsat-our-doorstep/ पर उपलब्ध है। कक्षा 8 और 9 के लिए अन्य विविध अधिगम इकाइयाँ तथा परियोजना के बारे में अधिक जानकारी https://vigyanpratibha.in/ पर देखी जा सकती है।
3. लेख के शीर्षक की पृष्ठभूमि में उपयोग किए गए चित्र का स्रोत https:// pixabay.com/photos/trees-mirroring-puddle-rainwater1932148-/. Credits: Peggy_Marco, Pixabay. License : CC0



मीना खरतमल होमी भाभा सेंटर फॉर साइंस एजुकेशन, टीआईएफआर, मुम्बई में कार्यरत हैं। वे मिडिल और हाई स्कूल स्तर के विज्ञान के माड्यूल विकसित करने के काम से जुड़ी हैं। वे क्यूब (CUBE) प्रोजेक्ट के जीवविज्ञान शिक्षा शोध कार्य से भी जुड़ी हैं। उनसे meena@hbcse.tifr.res.in पर सम्पर्क किया जा सकता है। **अनुवाद :** अरविन्द गुप्ते

तालाब के बाशिन्दों से जान-पहचान



कीट और सन्धिपाद
(Insects And Arthropods)



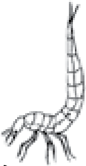
चेल मक्खी या कम्बल पतंगे का लार्वा
(Caddisfly larvae)



गोताख़ोर गुबरैला
(Diving beetle)

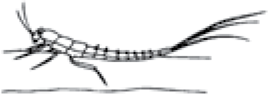


व्याध पतंगा का अर्भक या शिशुकीट (Dragon fly nymph)



गोताख़ोर गुबरैला का लार्वा
(Diving beetle larvae)

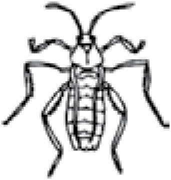
कीट और सन्धिपाद
(Insects And Arthropods)



मेफ्लाइ का अर्भक
(Mayfly nymph)



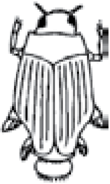
वॉटर बोटमैन
(Water boatman)



पानी का झींगुर
(Water cricket)

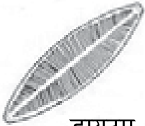


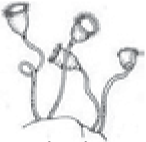
पानी का बिच्छू
(Water scorpion)

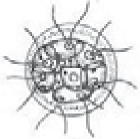


चकई गुबरैला (Whirlygig beetle)

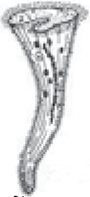
प्रोटोज़ोआ और छोटे जीव
(Protozoans and Small organisms)


डायटम
(Diatom)

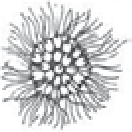

वोर्टीसेला
(Vorticella)


पेंडोरिना
(Pandorina)


यूग्लीना
(Euglena)

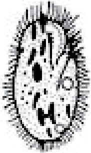

स्टेंटर
(Stentor)


क्लोज़टेरियम
(Closterium)

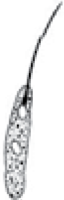

सिनुरा
(Synura)


कोल्पिडियम
(Colpidium)

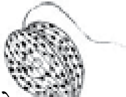
प्रोटोज़ोआ और छोटे जीव
(Protozoans and Small organisms)



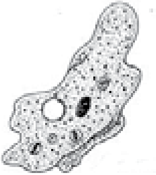
स्टायलोनिशिया
(Stylonychia)



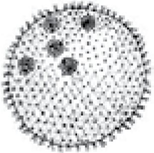
पेरानेमा
(Peranema)



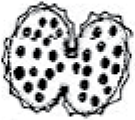
फेकस
(Phacus)



अमीबा
(Amoeba)



वॉलवॉक्स
(Volvox)



कॉस्मेरियम
(Cosmarium)



पैरामिशियम
(Paramecium)



स्पायरोगायरा (Spirogyra)

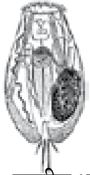


ऑसीलेटोरिया
(Oscillatoria)

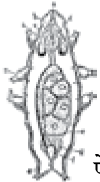
प्रोटोज़ोआ और छोटे जीव
(Protozoans and Small organisms)



रोटिफर्स
(Rotifers)



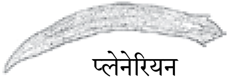
जलीय भालू
(Waterbear — Tardigrade — टार्डिग्रेड)



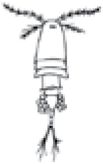
पेंडोरिना
(Pandorina)



सूत्रकृमि, निमेटोड
(Roundworm, Nematode)



प्लेनेरियन
(Planarian)



सायक्लोप्स
(Cyclops)



झींगा
(Water shrimp)



पानी का पिस्सू, डैफ्निया
(Water flea, Daphnia)

शैवाल और अन्य सूक्ष्मजीव



वॉलवॉक्स (हरा)



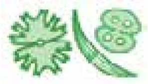
हिमेटोकोकस
(लाल रंग)



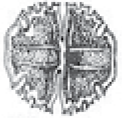
स्पायरोगेरा
(हरा)



डाइनोफ्लेजेलेट (लाल, हरे
और रंग-बिरंगे)



डेस्मिड्स (हरे)



माइक्रास्टेरिअस
(Micrasterius)

तालाब में रहने वाले कितने जीव तुमने खोजे?

चित्र साभार :

यहाँ इस्तेमाल किए गए कुछ चित्र स्कैन किए गए हैं, कुछ चित्र उपयोग के लिए मुक्त स्रोतों से और कुछ क्लिपआर्ट (clipartETC) से लिए गए हैं।